

**DIN EN 161/A1****DIN**

ICS 23.060.10

Einsprüche bis 2011-07-16

**Entwurf****Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte –  
Besondere Anforderungen zur Bestimmung des Performance Levels  
(PL);****Deutsche Fassung EN 161:2011/prA1:2011**

Automatic shut-off valves for gas burners and gas appliances –  
Special requirements to determine a performance level (PL);  
German version EN 161:2011/prA1:2011

Robinets automatiques de sectionnement pour brûleurs à gaz et appareils à gaz –  
Exigence spéciales pour déterminer le niveau de rendement (PL);  
Version allemande EN 161:2011/prA1:2011

**Anwendungswarnvermerk**

Dieser Norm-Entwurf mit Erscheinungsdatum 2011-05-09 wird der Öffentlichkeit zur Prüfung und  
Stellungnahme vorgelegt.

Weil die beabsichtigte Norm von der vorliegenden Fassung abweichen kann, ist die Anwendung dieses  
Entwurfes besonders zu vereinbaren.

Stellungnahmen werden erbeten

- vorzugsweise als Datei per E-Mail an [nhrs@din.de](mailto:nhrs@din.de) in Form einer Tabelle. Die Vorlage dieser Tabelle kann  
im Internet unter [www.din.de/stellungnahme](http://www.din.de/stellungnahme) oder für Stellungnahmen zu Norm-Entwürfen der DKE unter  
[www.dke.de/stellungnahme](http://www.dke.de/stellungnahme) abgerufen werden;
- oder online im Norm-Entwurfs-Portal des DIN unter [www.entwuerfe.din.de](http://www.entwuerfe.din.de), sofern dort wiedergegeben;
- oder in Papierform an den Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN, 10772 Berlin  
(Hausanschrift: Burggrafenstr. 6, 10787 Berlin).

Die Empfänger dieses Norm-Entwurfs werden gebeten, mit ihren Kommentaren jegliche relevanten  
Patentrechte, die sie kennen, mitzuteilen und unterstützende Dokumentationen zur Verfügung zu stellen.

Gesamtumfang 26 Seiten

Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN  
Normenausschuss Gastechnik (NAGas) im DIN

## **Anwendungsbeginn**

Diese Norm gilt ab \*).

## **Nationales Vorwort**

Dieser Änderungs-Entwurf (EN 161:2011/prA1:2011) enthält sicherheitstechnische Festlegungen.

Dieses Dokument (EN 161:2011/prA1:2011) wurde im Technischen Komitee CEN/TC 58 „Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige oder flüssige Brennstoffe“ (Sekretariat: BSI, Vereinigtes Königreich) erarbeitet.

Der Arbeitsausschuss NA 041-03-16 AA „Mechanische Sicherheits- und Regeleinrichtungen für wärmeerzeugende Geräte und Anlagen (SpA CEN/TC 58/WG 13, ISO/TC 161/WG 4)“ im Normenausschuss Heiz- und Raumluftechnik (NHRS) im DIN Deutsches Institut für Normung e. V. war an der Erstellung dieses europäischen Norm-Entwurfs beteiligt.

Dieser Änderungs-Entwurf ist vorgesehen als Änderung von DIN EN 161:2011-07. Bis Juli 2010 kann dieser Änderungs-Entwurf auch in Verbindung mit dem Norm-Entwurf E DIN EN 161:2010-09 angewendet werden, da die Norm DIN EN 161:2011-07 keine inhaltlichen Änderungen gegenüber E DIN EN 161:2010-09 enthalten wird.

---

\*) Wird bei Herausgabe als Norm festgelegt.

## **Automatische Absperrventile für Gasbrenner und Gasgeräte — Besondere Anforderungen zur Bestimmung des Performance Levels (PL)**

*Robinets automatiques de sectionnement pour brûleurs à gaz et appareils à gaz — Exigence spéciales pour déterminer le niveau de rendement (PL)*

*Automatic shut-off valves for gas burners and gas appliances — Special requirements to determine a performance level (PL)*

ICS:

Deskriptoren

## Inhalt

Seite

<b>Vorwort</b> .....	<b>3</b>
<b>Anhang AA (normativ) Verfahren zur Bestimmung des Performance Levels (PL)</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.1 Anwendungsbereich</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.2 Normative Verweisungen</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.3 Begriffe</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4 Funktionsanforderungen</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4.1 Betriebsart</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4.2 PL und Bewertung von Felddaten</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4.3 Toleranz gegenüber Hardwareausfall (HFT)</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4.4 Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF)</b> .....	<b>5</b>
<b>AA.4.5 Anteil sicherer Ausfälle (SFF)</b> .....	<b>6</b>
<b>AA.4.6 Bestimmung des <math>B_{10d}</math>-Wertes</b> .....	<b>6</b>
<b>AA.4.7 Bestimmung des Performance Levels (PL)</b> .....	<b>7</b>
<b>AA.5 Kennzeichnung, Einbau- und Bedienungsanleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>AA.5.1 Kennzeichnung</b> .....	<b>7</b>
<b>AA.5.2 Einbau- und Bedienungsanleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>AA.5.3 Warnhinweis</b> .....	<b>7</b>
<b>Anhang BB (informativ) Modell einer FMEA für Ventile</b> .....	<b>8</b>
<b>Bilder</b>	
 Bild BB.1 — Beispiel eines Einsitzventils .....	 9
<b>Tabellen</b>	
 Tabelle AA.1 — Punktzahl-Ergebnis von EN 13611:2007/prA1:2009 für Ventile .....	 6
 Tabelle BB.1 — Beispiel einer FMEA für ein Einsitzventil zur Bestimmung des SFF .....	 10
 Tabelle BB.2 — Fehlerbereiche .....	 21
 Tabelle BB.3 — Erklärung der in Tabelle BB.1 verwendeten Begriffe .....	 24

## **Vorwort**

Dieses Dokument (EN 161:2011/prA1:2011) wurde vom Technischen Komitee CEN/TC 58 „Sicherheits- und Regeleinrichtungen für Brenner und Brennstoffgeräte für gasförmige oder flüssige Brennstoffe“ erarbeitet, dessen Sekretariat vom BSI gehalten wird.

Dieses Dokument ist derzeit zur CEN-Umfrage vorgelegt.

*Es sind folgende Änderungen an EN 161:2011 vorzunehmen:*

## Vorwort

*Nach dem 8. Absatz von EN 161:2011, Vorwort, ist die folgende Formulierung zu ergänzen:*

Es ist hauptsächlich in industriellen Anwendungen üblich, die Sicherheit einer Anlage auf der Grundlage von Werten zu beurteilen, die die Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls beschreiben. Diese Werte werden zur Bestimmung des Sicherheits-Integritätslevels (SIL) oder des Performance Levels (PL) bei einer Bewertung des gesamten Systems verwendet.

Normen des CEN/TC 58 für sicherheitsbezogene Regel- und Steuergeräte gehen über diesen Ansatz hinaus, da für eine bestimmte Lebensdauer, für die das Produkt festgelegt, ausgelegt und geprüft ist, ein gefahrbringender Ausfall absolut unzulässig ist. Ausfallarten werden detaillierter beschrieben und bewertet. Maßnahmen zur Verhinderung von Gefährdungssituationen sind festgelegt. Die Normen des CEN/TC 58 spiegeln über viele Jahrzehnte gesammelte praktische Erfahrungen wieder. Anforderungen dieser Normen können als in der Praxis bewährt angesehen werden. Die PL-Beurteilung in Anhang AA gilt nur für automatische Absperrventile, die bereits nach dieser Europäischen Norm zertifiziert sind. Es kann nicht davon ausgegangen werden, dass allein eine Beurteilung des Sicherheits-Integritätslevels oder des Performance Levels die Annahme zulässt, dass die Anforderungen einer Norm des CEN/TC 58 erfüllt worden sind.

Um Parameter bereitzustellen, die eine formelle Beurteilung der Sicherheits-Integritätslevel oder der Performance Level eines Systems ermöglichen, ist in den Anhängen AA und BB dieses Dokumentes eine Verfahrensweise zur Ableitung der maßgebenden Parameter aus den Anforderungen dieser Norm definiert.

*Nach dem letzten Anhang I und vor dem Anhang ZA von EN 161:2011 ist der folgende normative Anhang AA „Verfahren zur Bestimmung des Performance Levels (PL)“ und der informative Anhang BB „Modell einer FMEA für Ventile“ einzufügen.*

## Anhang AA (normativ)

### Verfahren zur Bestimmung des Performance Levels (PL)

Diese Europäische Norm gilt mit den folgenden Ergänzungen oder Änderungen der entsprechenden Abschnitte:

#### AA.1 Anwendungsbereich

Entsprechend Abschnitt 1, mit der folgenden Ergänzung:

Dieser Anhang gilt nur für Ventile oder Ventilfunktionen, für die deklariert wird, dass sie den Performance Level (PL) Anforderungen von EN ISO 13849-1:2008, Abschnitte 1, 2, 3, 4.1, 4.2, 4.5, 7, 8, 9, 10, 11 und den Anhängen C.4, E und F entsprechen.

Dieser Anhang legt eine Reihe zusätzlicher Anforderungen zu EN 161:2011 zur Bestimmung der *Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde für die Betriebsart mit kontinuierlicher Anforderung oder für die Betriebsart mit hoher Anforderungsrate* (PFH<sub>D</sub>) und des Performance Levels (PL) für elektromechanische Ventile oder Ventilfunktionen in industriellen und Thermoprozess-Anwendungen (z. B. EN 746-2) fest.

#### AA.2 Normative Verweisungen

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, Abschnitt K.2.

#### AA.3 Begriffe

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, Abschnitt K.3.

#### AA.4 Funktionsanforderungen

##### AA.4.1 Betriebsart

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.1.

##### AA.4.2 PL und Bewertung von Felddaten

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.2.

##### AA.4.3 Toleranz gegenüber Hardwareausfall (HFT)

Für automatische Absperrventile nach dieser Norm ist die Toleranz gegenüber Hardwareausfall immer 0 (HFT = 0).

##### AA.4.4 Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF)

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.4, mit der folgenden Ergänzung:

Die Mindestpunktzahl von 65 Punkten wird durch die Erfüllung der Anforderungen dieser Europäischen Norm erreicht (siehe Tabelle AA.1).

Tabelle AA.1 — Punktzahl-Ergebnis von EN 13611:2007/prA1:2009 für Ventile

Nr.	Maßnahme gegen CCF	Punktzahl
<b>1</b>	<b>Trennung/Abtrennung</b>	
	Durch Anforderungen dieser Norm erfüllt.	<b>15</b>
<b>2</b>	<b>Diversität</b>	
	Durch Anforderungen dieser Norm nicht erfüllt.	<b>0</b>
<b>3</b>	<b>Entwurf/Anwendung/Erfahrung</b>	
3.1	Durch Anforderungen dieser Norm erfüllt.	<b>15</b>
3.2	Durch Anforderungen dieser Norm erfüllt.	<b>5</b>
<b>4</b>	<b>Beurteilung/Analyse</b>	
	In Abhängigkeit von den Ergebnissen der Fehlerart und Effektanalyse: 0 oder 5 Punkte.	<b>0 oder 5</b>
<b>5</b>	<b>Kompetenz/Ausbildung</b>	
	Durch Anforderungen dieser Norm nicht erfüllt.	<b>0</b>
<b>6</b>	<b>Umgebung</b>	
6.1	Durch Anforderungen dieser Norm erfüllt.	<b>25</b>
6.2	Durch Anforderungen dieser Norm erfüllt.	<b>10</b>
	<b>Gesamtpunktzahl (in Abhängigkeit von FMEA)</b>	<b>70 oder 75</b>

#### AA.4.5 Anteil sicherer Ausfälle (SFF)

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.5, mit der folgenden Ergänzung:

Zur Schätzung des Anteils sicherer Ausfälle (SFF), muss eine Fehlerart- und -auswirkungsanalyse (FMEA) nach Anhang BB, Bild BB.1 und Tabelle BB.1 durchgeführt werden, wobei eine Klassifizierung in „gefährbringend“ oder „sicher“ erfolgen muss.

#### AA.4.6 Bestimmung des $B_{10d}$ -Wertes

##### AA.4.6.1 Anforderung

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.6.1, mit der folgenden Ergänzung:

Der Hersteller muss bestimmen, nach welcher Anzahl von Schaltspielen (z. B. nach jeweils 100 000 oder 200 000) während der Prüfung der Dauerhaltbarkeit, wie in 7.107.2 beschrieben, das Ventil oder die sicherheitsrelevanten Baugruppen geprüft werden müssen, um die Übereinstimmung mit 7.2, 7.3, 7.9 und 7.101 bis 7.104 zu kontrollieren.

##### AA.4.6.2 Prüfung

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.6.2, mit der folgenden Ergänzung:

Die Berechnung des  $B_{10d}$ -Wertes ist nach 7.107.2 dieser Norm durchzuführen. Die Anzahl der Schaltspiele über denjenigen, die nach 7.107.2 erforderlich sind, muss bei der höchsten Umgebungstemperatur erfolgen; von diesen 20 % bei der ungünstigsten Umgebungstemperatur, falls diese von der höchsten Umgebungstemperatur abweicht.

Das Ventil muss die Anforderungen nach AA.4.6.1 erfüllen.

#### **AA.4.7 Bestimmung des Performance Levels (PL)**

Entsprechend EN 13611:2007/prA2:2009, K.4.7.

### **AA.5 Kennzeichnung, Einbau- und Bedienungsanleitung**

#### **AA.5.1 Kennzeichnung**

Entsprechend 9.1.

#### **AA.5.2 Einbau- und Bedienungsanleitung**

Entsprechend 9.2, mit der folgenden Ergänzung:

- a) Toleranz gegenüber Hardwareausfall (HFT);
- b) Ausfall aufgrund gemeinsamer Ursache (CCF) in Punkten;
- c) Anteil sicherer Ausfälle (SFF) in %;
- d)  $B_{10d}$ - und  $T_{10d}$ -Werte;
- e) Wahrscheinlichkeit eines gefahrbringenden Ausfalls je Stunde,  $PFH_D$  oder  $\lambda_D$ , in 1/h, einschließlich der maximalen Anzahl der Schaltspiele  $n_{op}$  und der maximalen Betriebszeit für diese Werte;
- f) Performance Level (PL);
- g) mittlere Zeit bis zum gefahrbringenden Ausfall ( $MTTF_D$ ) in Jahren.

#### **AA.5.3 Warnhinweis**

Entsprechend 9.3.

## **Anhang BB** (informativ)

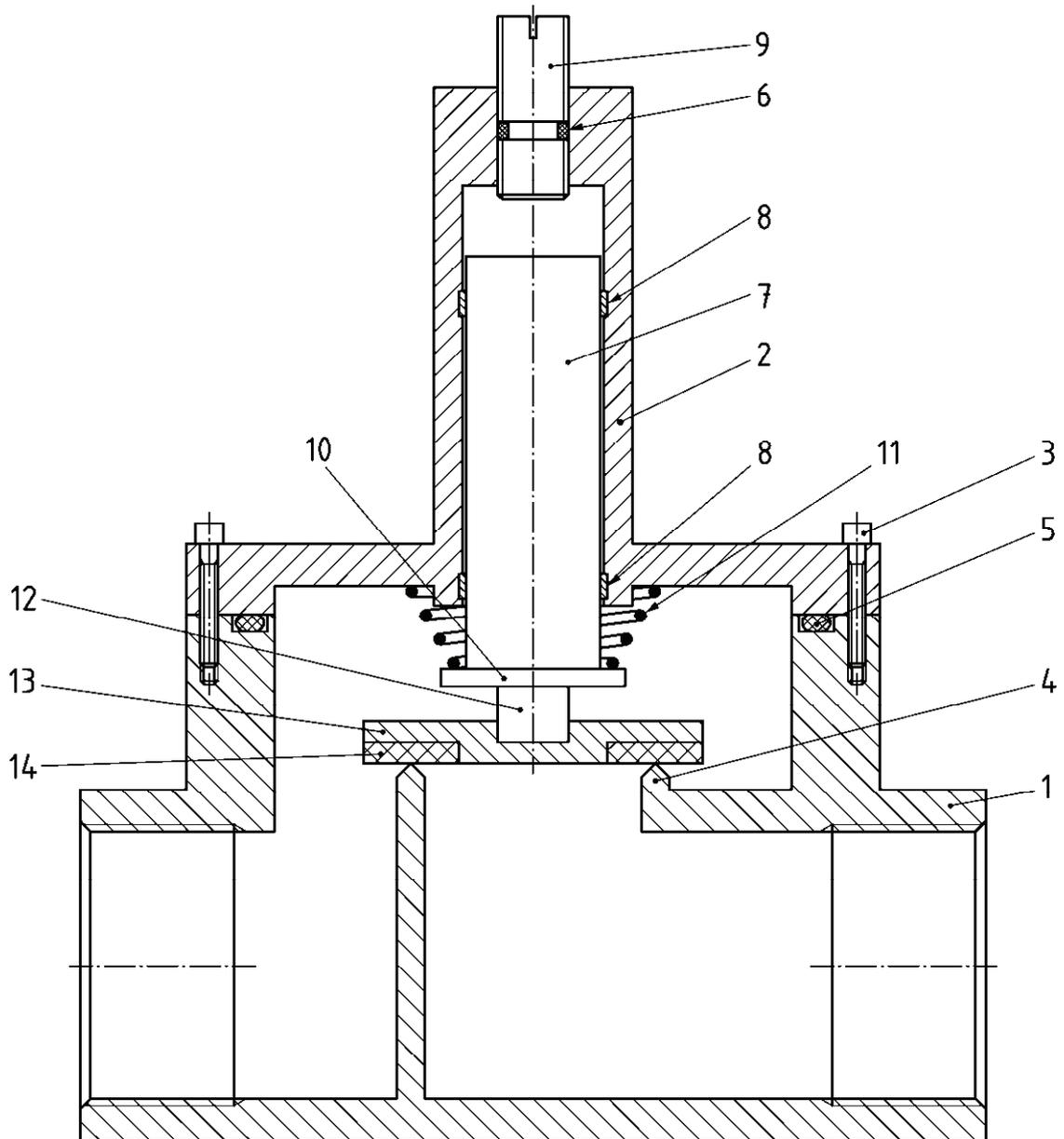
### **Modell einer FMEA für Ventile**

Ein vereinfachtes Beispiel einer FMEA, basierend auf Bild BB.1, ist in Tabelle BB.1 dargestellt. Dieses Beispiel ist nicht vollständig und zeigt lediglich das Verfahren zur Durchführung einer FMEA.

ANMERKUNG Aus Gründen der Vereinfachung ist die Magnetspule in Bild BB.1 nicht dargestellt.

Bei der Durchführung einer FMEA für ein Einsitzventil nach Tabelle BB.1 wird Folgendes berücksichtigt:

- Montage- und Produktionsfehler werden nicht betrachtet;
- Fehlerbereiche: Konstruktionsfehler, zufällige interne und externe Fehler mit einem möglichen Einfluss auf die Konstruktion;
- Produkt: automatisches Absperrventil, mindestens sicherheitsbezogene Baugruppen;
- zu berücksichtigende Sicherheitsfunktionen:
  - 1) sicheres Schließen durch interne Energiespeicherung bei einem Ausfall der externen Energieversorgung;
  - 2) die Schließzeit-Anforderungen bei Sicherheitsabschaltung werden eingehalten;
  - 3) innere Dichtheit bleibt erhalten;
  - 4) äußere Dichtheit bleibt erhalten.



**Legende**

- |                                       |                                     |
|---------------------------------------|-------------------------------------|
| 1 Gehäuse                             | 8 Kolbenführung                     |
| 2 Antriebshülse                       | 9 Kolbenwegbegrenzung               |
| 3 Gehäuseverbindungen                 | 10 Kolben/Schließfeder-Verbindungen |
| 4 Ventilsitz                          | 11 Schließfeder                     |
| 5 Statische Dichtung für das Gehäuse  | 12 Kraftübertragende Teile          |
| 6 Dynamische Dichtung für das Gehäuse | 13 Ventilteller                     |
| 7 Ventilkolben                        | 14 Dichtelement                     |

In Spalte 1 der Tabelle BB.1 wird auf die obigen Bezeichnungen Bezug genommen.

**Bild BB.1 — Beispiel eines Einsitzventils**

Tabelle BB.1 — Beispiel einer FMEA für ein Einsitzventil zur Bestimmung des SFF

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls					
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss		Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt	s	d
Gehäuse	Druckhaltend	Bruch, Verformung	sys int	Konstruktionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Auslegung und Konstruktion nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5		x		0	0	1	0	1	0
Gehäuse	Druckhaltend	Bruch, Verformung	zufällig int	Zufälliger Materialfehler	Freisetzung des Mediums	x			EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5				0	0	0	1	0	1
Gehäuse	Leitet Medium	Bruch durch angegriffenes Material	sys int	Konstruktionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Auslegung und Konstruktion nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5		x		0	0	1	0	1	0
Gehäuse	Mechanische Stabilität für Rohrleitung	Bruch	sys int	Konstruktionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Gehäusekonstruktion nach Normanforderungen oder Montagehinweis		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5		x		0	0	1	0	1	0
Gehäuse	Mechanische Stabilität für Rohrleitung	Verformung	sys ext	Konstruktionsfehler	Behinderung der Schließfunktion	x	Gehäusekonstruktion nach Normanforderungen oder Montagehinweis		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5		x		0	0	1	0	1	0
Gehäuse	Schutz gegen die Freisetzung des Mediums im Falle äußerer Brandeinwirkung	Bruch durch äußere Brandeinwirkung	sys ext	Falscher Werkstoff gewählt	Freisetzung des Mediums, Explosion, Brandförderung	x	Werkstoff entsprechend den Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Antriebshülse	Druckhaltend	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Antriebshülse	Druckhaltend	Bruch, Verformung	zufällig int	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x			EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107				0	0	0	1	0	1
Antriebshülse	Leitet Medium	Bruch durch angegriffenes Material	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Antriebshülse	Kraftaufnahme der Hubbegrenzung	Bruch	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Antriebshülse	Schutz gegen die Freisetzung des Mediums bei äußerer Brand- einwirkung	Bruch durch äußere Brand- einwirkung	sys ext	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums, Explosion, Brand- förderung	x	Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Gehäuse- verbindungen	Mechanische Verbindung von Gehäuse und Antriebshülse	Bruch	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Gehäuse- verbindungen	Mechanische Verbindung von Gehäuse und Antriebshülse	Bruch	zufällig int	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107				0	0	0	1	0	1
Gehäuse- verbindungen	Mechanische Verbindung von Gehäuse und Antriebshülse	Bruch durch äußere Brand- einwirkung	sys ext	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilsitz	Statische und dynamische Schließkraft aufnahme	Bruch	sys int	Konstruk- tionsfehler	Verlust der Schließ- funktion	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilsitz	Statische und dynamische Schließkraftauf- nahme	Bruch	zufällig int	Zufälliger Material- fehler	Verlust der Schließ- funktion	x	Qualitätskontrolle in der Fertigung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107				0	0	0	1	0	1

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss		Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt		
Ventilsitz	Dichtkante	Beschädigung	zufällig ext	Fremd- körper auf dem Ventil- sitz	Verlust der inneren Dichtheit	x	Filter im Ventil- einlass oder in der Zuleitung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilsitz	Dichtkante	Verschleiß, Riss	sys int	Konstruk- tionsfehler	Verlust der inneren Dichtheit	x	Korrekte Ausle- gung und Konstruktion nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilsitz	Dichtkante	Korrosion	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Verlust der inneren Dichtheit	x	Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilsitz	Dichtkante	Bruch durch äußere Brand- einwirkung	sys ext	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x	Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Statische Dichtung für das Gehäuse (Elastomer)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums	x	Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen, Montage- anforderungen berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Statische Gehäusedichtung (Elastomer)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Freisetzung des Mediums	x	Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen, Montage- anforderungen berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Statische Gehäusedichtung (Elastomer)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Alterung	Freisetzung des Mediums	x	Lebensdauer und Temperatur berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Statische Gehäusedichtung (Elastomer)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	zufällig int	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x	Lebensdauer und Temperatur berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107				0	0	0	1	0	1
Dynamische Gehäusedichtung (Stopfbuchsen, Führungsbuchsen für bewegliche Teile usw.)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums		Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Dynamische Gehäusedichtung (Stopfbuchsen, Führungsbuchsen für bewegliche Teile usw.)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Falsche Werkstoffa uswahl	Freisetzung des Mediums		Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Dynamische Gehäusedichtung (Stopfbuchsen, Führungsbuchsen für bewegliche Teile usw.)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Bruch, Verformung	sys int	Alterung	Freisetzung des Mediums		Werkstoff ent- sprechend den Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Dynamische Gehäusedichtung (Stopfbuchsen, Führungsbuchsen für bewegliche Teile usw.)	Abdichtung nach außen, leitet Medium	Verschleiß, Riss	sys ext	Konstruk- tionsfehler	Freisetzung des Mediums		Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Ventilkolben	Krafterzeugung	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Blockierung, Adhäsion, Schließ- funktion be- einträchtigt	x			EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilkolben	Krafterzeugung	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtigt				EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Blockierung, Adhäsion, Schließ- funktion be- einträchtigt	x	Geeignete Auslegung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung		Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d	
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Bruch, Verformung	sys int	Konstruk- tionsfehler	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtig		Geeignete Auslegung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Korrosion	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Blockierung, Adhäsion, Schließ- funktion be- einträchtig	x	Geeignete Auslegung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Korrosion	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtig		Geeignete Auslegung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Verschmutzung	zufällig ext	Fehlender Filter	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtig		Filter im Ventil- einlass oder in der Zuleitung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107				0	1	0	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Verschleiß, Riss	sys int	Fehlerhafte Werkstoff- paarung	Blockierung, Adhäsion, Schließ- funktion be- einträchtig	x	Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Verschleiß, Riss	sys int	Fehlerhafte Werkstoff- paarung	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtigt		Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Verschleiß, Riss	zufällig ext	Alterung	Blockierung, Adhäsion, Schließ- funktion be- einträchtigt	x	Lebensdauer und Temperatur berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kolbenführung	Führung, Ausrichtung	Verschleiß, Riss	zufällig ext	Alterung	Blockierung, Adhäsion, Öffnungs- funktion be- einträchtigt		Lebensdauer und Temperatur berücksichtigen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		1	0	0	0	1	0
Kolbenweg- begrenzung	Kolbenweg- begrenzung	Adhäsion	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Adhäsion	x	Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.101, 7.102, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kolbenweg- begrenzung	Kolbenweg- begrenzung	Beeinträchti- gung der direkten Kraft- übertragung	zufällig ext	Schmutz	Abfallen		Filter im Ventil- einlass oder in der Zuleitung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.101, 7.102, 7.107				0	1	0	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Kraftübertragende Teile	Kraftübertragung	Bruch	sys int	Konstruktionsfehler	Verlust der Schließfunktion	x	Überdimensionierung nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.101, 7.102, 7.104, 7.105, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kraftübertragende Teile	Kraftübertragung	Bruch	zufällig int	Zufälliges Materialversagen	Verlust der Schließfunktion	x	Überdimensionierung nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.101, 7.102, 7.104, 7.105, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kraftübertragende Teile	Kraftübertragung	Verformung aufgrund von externen Einwirkungen	zufällig ext	Konstruktionsfehler	Verlust der Schließfunktion	x	Konstruktion nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.2, 7.3, 7.101, 7.102, 7.104, 7.105, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Schließfeder	Krafterzeugung zum Positionswechsel in die Sicherheitsstellung	Bruch aufgrund von Ermüdung	sys int	Fehlerhafte Berechnung	Verlust der Schließfunktion	x	Richtige Berechnungsgrundlage		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.107	Kein Bruch innerhalb der erwarteten Lebensdauer unter den angenommenen Bedingungen	x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Schließfeder	Krafterzeugung zum Positionswechsel in die Sicherheitsstellung	Bruch	zufällig int	Zufälliger Materialfehler	Verlust der Schließfunktion	x	Baumusterprüfung, Qualitätskontrolle		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.107	Verringerung der Ausfallwahrscheinlichkeit			0	0	0	1	0	1
Schließfeder	Krafterzeugung zum Positionswechsel in die Sicherheitsstellung	Bruch aufgrund von Korrosion	sys int	Falsche Werkstoffauswahl	Verlust der Schließfunktion	x	Korrosionsschutz, Verwendung von korrosionsbeständigen Werkstoffen nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.8, 7.107	Korrosionsschutz für eine angemessene Lebensdauer	x		0	0	1	0	1	0
Schließfeder	Krafterzeugung zum Positionswechsel in die Sicherheitsstellung	Bruch/ Schwäche aufgrund von Reibung	sys int	Falsche Dimensionierung	Verlust der Schließfunktion	x	Konstruktion nach Normanforderungen, Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 6.4, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kolbenverbindungen /Schließfeder	Kraftübertragung	Bruch durch Zug	sys int	Falsche Dimensionierung	Verlust der Schließfunktion	x	Konstruktion nach Normanforderungen, Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Kolbenverbindungen /Schließfeder	Kraftübertragung	Bruch durch Stoß	sys int	Falsche Dimensionierung	Verlust der Schließfunktion	x	Konstruktion nach Normanforderungen, Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilteller	Schließen der Ventilsitzöffnung	Bruch	sys int	Falsche Werkstoffauswahl	Verlust der inneren Dichtigkeit	x	Werkstoff nach Normanforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0

Tabelle BB.1 (fortgesetzt)

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls				s	d
					Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss	Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt			
Ventilteller	Schließen der Ventilsitz- öffnung	Bruch durch äußere Brand- einwirkung	sys ext	Falsche Werkstoff- auswahl	Verlust der inneren Dichtheit	x	Werkstoff nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Ventilteller	Schließen der Ventilsitz- öffnung	Bruch durch Korrosion	sys ext	Falsche Werkstoff- auswahl	Verlust der inneren Dichtheit	x	Werkstoff nach Norm- anforderungen		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Dichtelement	Erzeugung der inneren Dicht- heit	Bruch	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Verlust der inneren Dichtheit	x	Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Dichtelement	Erzeugung der inneren Dicht- heit	Verschleiß, Riss	sys int	Falsche Werkstoff- auswahl	Verlust der inneren Dichtheit	x	Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
Dichtelement	Erzeugung der inneren Dicht- heit	Bruch	zufällig int	Zufälliger Material- fehler	Freisetzung des Mediums	x			EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107				0	0	0	1	0	1

**Tabelle BB.1 (fortgesetzt)**

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19
					Ausfallwirkung		Ausfallvermeidung			Ergebnis			Art des Ausfalls					
Teil, Bauteil, Funktionsgruppe	Funktion	Möglicher Fehler/Ausfall	Art des Ausfalls	Mögliche Ursachen	Beschreibung	Verlust der Sicherheitsfunktion	Beschreibung	Diagnose	Zu prüfen durch	Beschreibung	Ausschluss		Sicher, erkannt	Sicher, unerkannt	Gefährbringend, erkannt	Gefährbringend, unerkannt	s	d
Dichtelement	Erzeugung der inneren Dichtigkeit	Alterung	zufällig	Falsche Werkstoffauswahl	Verlust der inneren Dichtigkeit	x	Baumusterprüfung		EN 161, 6.1, 6.2, 6.3, 7.2, 7.3, 7.4, 7.5, 7.8, 7.107		x		0	0	1	0	1	0
										Summe:							50	7
										<b>SFF</b>							0,88	

**Tabelle BB.2 — Fehlerbereiche**

Art des Fehlers/Ausfalls	Definition	Ausfallwirkung	Fehlervermeidung	Fehlerkontrolle
Fehlerbereich	Konstruktionsphase	Ausfallwirkung	Verantwortlich	Hersteller
Systematisch intern	Ausfall durch falsche Konstruktion, Ausführung, Werkstoffe, Berechnungen, Festlegungen in Bezug auf die erwarteten Betriebsparameter	Bruch, Verformung durch Überlastung	Verwendung von bewährten Konstruktionsprinzipien, Wahl geeigneter Berechnungsverfahren, Definition von Berechnungsschritten, Verifizierung, Überdimensionierung	Auslegung und Baumusterprüfung nach festgelegten Normen
		Normaler Verschleiß	Wahl von bewährten Werkstoffen und Toleranzen	Angaben zu Wartungsintervallen
		Normale Alterung	Definition von alterungsanfälligen Teilen, Untersuchung der Alterungsbeständigkeit	Angaben zu Wartungsintervallen
		Normale Korrosion	Definition von korrosionsempfindlichen Teilen, Wahl korrosionsbeständiger Werkstoffe, überdimensionierter Korrosionsschutz	Angaben zu Wartungsintervallen
Systematisch extern	Ausfälle aufgrund von Beanspruchung durch Korrosion, Verschleiß, Alterung durch Umgebungsbedingungen	Verschleiß, Alterung und Korrosion unter Beanspruchungen	Berücksichtigung sämtlicher relevanten Beanspruchungsparameter	Angaben zu Betriebsbedingungen

Tabelle BB.2 (fortgesetzt)

Art des Fehlers/Ausfalls	Definition		Fehlervermeidung	Fehlerkontrolle
Fehlerbereich	Konstruktionsphase	Ausfallwirkung	Verantwortlich	Hersteller
Zufällig intern	Zufällige Ausfälle von Teilen oder beim Zusammenwirken von Teilen, die nicht systematisch vermieden werden können	Bruch, Verformung durch Materialfehler	Qualitätssicherung, Überdimensionierung, Funktionstrennung, Vermeiden von Beanspruchungsfaktoren, Wahl geprüfter Teile, Wahl von Bauarten mit Betriebszuverlässigkeit	Keine
		Bruch, Verformung durch Fertigungsfehler	Qualitätssicherung, Überdimensionierung, Funktionstrennung, Vermeiden von Beanspruchungsfaktoren, Wahl geprüfter Teile, Wahl von Bauarten mit Betriebsbewährung	Keine
		Adhäsion, Verkleben von gleitenden oder rollenden Teilen		
Zufällig extern	Zufällige Ausfälle infolge von externen Einflüssen, z. B. Temperatur, Feuchte, Stoß, korrosive Atmosphären, im Prozess auftretende Rückwirkungen	Bruch, Verformung	Qualitätssicherung, Überdimensionierung, Funktionstrennung, Vermeiden von Beanspruchungsfaktoren, Wahl geprüfter Teile, Wahl von Bauarten mit Betriebsbewährung, andere Schutzmaßnahmen	
Fehlerbereich	Produktion		Verantwortlich	Hersteller
Fehler im Einkauf	Fehler bei der Werkstoff-Beschaffung		Anwendung eines systematischen Qualitätsmanagementsystems	
Fehler in der Materialsteuerung	Verwendung der falschen Werkstoffe		dto.	
Fertigungsfehler	Mangelhafte Einhaltung der Fertigungsmaße und -toleranzen		dto.	
Montagefehler	Fehlerhafter Zusammenbau		dto.	
Inspektionsfehler	Ungeeignete oder fehlerhafte Fertigungskontrolle		dto.	
Fehlerbereich	Phase der Anlagenplanung		Verantwortlich	Anwender
Projektierungsfehler	Fehler aufgrund falscher Projektdefinition, unvollständiger oder falscher Definition von Betriebsparametern		Systematischer Projektierungsprozess in definierten Schritten	
Entwurfs- und Konstruktionsfehler	Verwendung ungeeigneter Schutzeinrichtungen		Anwendung bewährter Anlagennormen und technischer Richtlinien, Anwendung betriebsbewährter Sicherheitskonzepte	
Fehlerbereich	Montage vor Ort		Verantwortlich	Anwender
Montagefehler	Fehler durch Verwendung beschädigter Geräte		Eingangs- und Funktionsprüfungen vor dem Einbau	
	Fehler durch falschen Einbau oder Zusammenbau		Geschultes Montagepersonal, geeignete Einbauanweisungen, Funktionskontrollen	

Tabelle BB.2 (fortgesetzt)

Art des Fehlers/Ausfalls	Definition		Fehlervermeidung	Fehlerkontrolle
Fehlerbereich	Betrieb		Verantwortlich	Anwender
Wartungsfehler	Fehler durch falsche oder mangelhafte Wartung		Kontrolle von Betriebsparametern, Qualitätssicherung der Betriebsführung, systematische Wartungsanleitung, Festsetzung von Wartungsintervallen, Festsetzung von periodischen Kontrollverfahren und Prüfintervallen, Aufzeichnen der Ergebnisse der Prüfungen, Beurteilung der Ergebnisse der Prüfungen und Änderung von Prüfwerten innerhalb der Betriebslebensdauer	
Zufälliger interner Fehler	Zufällige Betriebsfehler			
Zufälliger externer Fehler	Zufällige externe Einflüsse			
Fehler durch Änderung von Betriebsparametern	Änderung von Betriebsparametern mit Auswirkungen auf die Eignung der Sicherheitseinrichtungen			
Fehler durch Nichteinhaltung der vorgesehenen Betriebsparameter	Abweichung von den vorgesehenen Betriebsparametern mit Auswirkungen auf die Eignung der Sicherheitseinrichtungen			
Ausfall durch Überschreitung der angenommenen Lebensdauer	Überschreiten der angenommenen Lebensdauer der Sicherheitseinrichtungen oder -komponenten			
<p>Die FMEA ist lediglich für den Fehlerbereich „Konstruktionsfehler“ gedacht. Zur besseren Übersicht sollte die FMEA in unterschiedliche Fehlerbereiche unterteilt werden.</p> <p><b>Fehlerbereich:</b> z. B. Fehlerbereiche</p> <p>diese FMEA sollte nur für den Fehlerbereich „Konstruktionsfehler“ verwendet werden. FMEA für andere Fehlerbereiche sollten zur besseren Übersicht getrennt werden.</p> <p><b>In der Entwurfsphase:</b> Projektierungsfehler vor Ort durch Ausführende.</p> <p><b>In der Konstruktionsphase:</b> Fehler, die durch die Konstruktion beeinflusst sein können; Fehler werden nur im Hinblick auf die erwarteten Betriebsbedingungen berücksichtigt. Systematische interne Fehler bei Entwurf, Gestaltung, Berechnung, Konstruktion; systematische interne Fehler durch fehlerhafte Betriebsanweisungen; systematische externe Fehler durch Korrosion, Alterung, Verschleiß; zufällige interne Fehler durch Materialfehler, Fehler bei der Herstellung; zufällige externe Fehler durch externe Einflüsse (Stoß, zufällige Rückwirkung usw.).</p> <p><b>In der Fertigungsphase:</b> Wareneingang, Herstellung, Materialversagen, Montagefehler.</p> <p><b>Beim Einbau in Anlagen:</b> Einbau.</p> <p><b>Im Betrieb:</b> Handhabung und Betrieb, Wartung; externe und interne zufällige Ausfälle von Bauteilen im Betrieb; Softwarefehler.</p>				

Tabelle BB.3 — Erklärung der in Tabelle BB.1 verwendeten Begriffe

Begriffe	Erläuterung
Bauteil	Einzelnes Teil oder Kombination von Teilen (Funktionsgruppen)
Funktion	Funktion des Teils oder der Kombination von Teilen in Bezug auf dessen/deren Bedeutung für die Sicherheitsfunktion
Möglicher Fehler/Ausfall	Möglicher Fehler/Ausfall in Bezug auf die Sicherheitsfunktion
Art des Fehlers/Ausfalls	Siehe Art des Fehlers/Ausfalls; es sind mehrere Fehler- bzw. Ausfallarten möglich
Mögliche Ursachen	Wahrscheinliche Ursache für den Fehler/Ausfall auf der Grundlage von Erfahrungen
Fehlerfolge	Wahrscheinliche Wirkung des Fehlers/Ausfalls in Bezug auf die Sicherheitsfunktion
Fehlervermeidung	Maßnahmen zur Vermeidung des Ausfalls/Fehlers, die im untersuchten Fehlerbereich vor der Lieferung des Bauteils ergriffen werden können
Nachweis	z. B. bewährte Normen, Baumusterprüfungen, Berechnungen, Prüfungen der Lebensdauer, Nachweis der Betriebsbewährung
Erwartetes Ergebnis	Beurteilung der Auswirkung von Maßnahmen zur Vermeidung: keine Auswirkung, Verringerung der Wahrscheinlichkeit des Fehlers/Ausfalls, Ausschluss des Fehlers/Ausfalls für die geplante Lebensdauer
Bedeutung von Ausfällen:	
Sicher, erkannt (SD)	Fehler/Ausfall, der zur Einnahme der Sicherheitsstellung führt und der beim Auftreten erkannt wird
Sicher, nicht erkannt (SU)	Fehler/Ausfall, der zur Einnahme der Sicherheitsstellung führt und der beim Auftreten unerkannt bleibt
Gefahrbringend, erkannt (DD)	Fehler/Ausfall, der die Einnahme der Sicherheitsstellung verhindert oder verzögert und der beim Auftreten erkannt wird
Keine Auswirkung (NE)	Fehler/Ausfall einer Sicherheitseinrichtung, der keine negative Auswirkung auf die Sicherheitsfunktion hat und der beim Auftreten nicht zur Einnahme der Sicherheitsstellung führen muss
Gefahrbringend, nicht erkannt (DU)	Fehler/Ausfall, der die Einnahme der Sicherheitsstellung verhindert oder verzögert und der beim Auftreten nicht erkannt wird
Ausschluss	Der Fehler/Ausfall wird über die gesamte angenommene Lebensdauer unter den definierten Betriebsbedingungen ausgeschlossen
Anteil sicherer Ausfälle (SFF)	$(SD + SU + DD + A + NE) / (SD + SU + DD + A + DU + NE)$
Beurteilung	Arbeitsgruppe aus Entwicklung, Konstruktion, Herstellung, Service